

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Sertifikat

Nomor : 2212/E5.2/PL/2012

diberikan kepada :

Dwi Wahyuni Ganefianti
Universitas Bengkulu

yang telah berpartisipasi aktif pada :

Seminar Hasil Pelaksanaan Penelitian Strategis Nasional Tahun 2012
yang diselenggarakan oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Pada tanggal 11 s.d. 12 Juli 2012, di Jakarta

Sebagai :

PENYAJI

Jakarta, 13 Juli 2012

Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Prof. Agus Subekti, MSc., Ph.D
NIP. 19600801 198403 1 002

Daya Gabung dan Heterosis Cabai Menggunakan Analisis Silang Dialel

Dwi Wahyuni Ganefianti*, Sri Hendrastuti Hidayat** dan Muhamad Syukur***

*Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas pertanian UNIB

**Dept. Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB

***Dept Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian IPB

ABSTRAK

Analisis silang dialel merupakan salah satu pendugaan parameter genetik yang banyak digunakan dalam program pemuliaan tanaman. Dengan analisis ini dapat menduga daya gabung umum, daya gabung khusus dan heterosis dari suatu kombinasi persilangan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga parameter genetik karakter agronomik menggunakan analisis silang dialel. Dilakukan persilangan dialel lengkap pada tujuh tetua yang mempunyai tingkat ketahanan dan potensi hasil yang berbeda. Empat puluh dua kombinasi persilangan dengan tujuh tetua tersebut dievaluasi di lapang menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap tiga ulangan, setiap ulangan 12 tanaman. Hasil penelitian menunjukkan Genotipe G4 dan G6 merupakan penggabung yang baik untuk ketahanan tanaman cabai terhadap Begomovirus, sedangkan penggabung yang baik untuk bobot buah per tanaman adalah genotipe G3, G5 dan G7. Terdapat sepuluh kombinasi persilangan yang baik berdasarkan nilai daya gabung umum, daya gabung khusus dan heterosis yang mempunyai intensitas penyakit tahan-agak rentan dengan daya hasil yang cukup tinggi yaitu G3 x G1, G5 x G3, G7 x G3, G3 x G6, G3 x G7, G4 x G3, G1 x G7, G6 x G5, G5 x G1 dan G5 x G7.

Key words: Begomovirus, dialel, perakitan

ABSTRACT

Diallele analysis is one of the estimation of genetic parameters which is widely used in plant breeding program. This analysis can estimates, general combining ability, specific combining ability, and heterosis of a crossing combination. The objective of this study is to estimate the genetic paramater: chili agronomic characters using diallele analysis. We performed full diallele crossing in 7 parents with high resistance and various yield potential. Forty-two crossing combinations with the 7 parents were evaluated using Complete Randomized Group Design with 3 replications, 12 plant per replication. The result of the study showed Genotype G4 and G6 are good combiners for chili resistance to Begomovirus, whereas genotype G3, G5 and G7 are s a good combiner for fruit weight per plant. There are 10 good crossing combinations, according to the value of GCA, SCA and heterosis which has moderately susceptible-disease intensity

with quite high yield, namely G3 x G1, G5 x G3, G7 x G3, G3 x G6, G3 x G7, G4 x G3, G1 x G7, G6 x G5, G5 x G1 dan G5 x G7.

Key words: Begomovirus, di-allele, breeding

PENDAHULUAN

Varietas tahan dihasilkan oleh pemulia melalui serangkaian kegiatan pemuliaan tanaman. Kegiatan ini dimulai dengan mengumpulkan keragaman genetik (plasma nutfah). Informasi genetik ketahanan terhadap Begomovirus sangat diperlukan dalam pencapaian tujuan mendapatkan varietas tahan. Perilaku genetik gen-gen yang mengendalikan ketahanan dapat dipelajari dengan pendugaan parameter genetik. Analisis silang dialel merupakan salah satu metode yang banyak dipakai untuk menduga parameter genetik.

Metode analisis dialel secara eksperimental merupakan pendekatan yang sistematis. Secara analitik merupakan pendekatan evaluasi genetik menyeluruh yang berguna dalam mengidentifikasi persilangan bagi potensi seleksi pada awal generasi (Johnson 1963). Silang dialel dikembangkan untuk memperoleh informasi tentang mekanisme genetik yang terlibat dalam generasi awal (Khan dan Habib 2003). Persilangan dialel dibagi menjadi tiga yaitu (1) dialel penuh (*full diallel*), (2) setengah dialel (*half diallel*) dan (3) dialel parsial (*partial diallel*) (Singh dan Chaudhary 1979).

Memilih tetua yang mempunyai daya gabung tinggi dapat dilakukan dengan pengujian keturunan dari suatu persilangan tertentu. Uji keturunan berkaitan dengan daya gabung, baik daya gabung umum maupun daya gabung khusus. Pengujian daya gabung ini menggunakan analisis dialel. Analisis dialel juga dapat menduga aksi gen aditif atau dominan dari suatu populasi, yang selanjutnya dapat menduga ragam genetik dan heritabilitas (Baihaki 2000). Menurut de Sousa dan Maluf (2003) dengan silang dialel memungkinkan memilih tetua. Dari informasi daya gabung tetua dapat membantu pemulia untuk meningkatkan dan menyeleksi populasi segregan.

Penelitian dilaksanakan diawali dengan pengujian ketahanan cabai terhadap Begomovirus penyebab penyakit daun keriting kuning, mengetahui fase rentan tanaman cabai akibat infeksi Begomovirus. Sumber genetik ketahanan yang

dihasilkan dapat digunakan untuk mempelajari pewarisan genetik ketahanan. Disamping itu sumber genetik ketahanan digunakan juga untuk mengetahui tetua potensial yang memiliki ketahanan. Pengetahuan tentang studi pewarisan genetik sangat menentukan program pemuliaan yang akan dilakukan, membentuk varietas yang tahan terhadap infeksi Begomovirus penyebab penyakit daun keriting kuning. Penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan informasi mengenai daya gabung umum, daya gabung khusus dan heterosis ketahanan cabai terhadap Begomovirus.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang daya gabung umum dan daya gabung khusus serta heterosis cabai dala persilangan dialel.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Juli 2011 sampai dengan November 2011 Penelitian dilakukan di rumah kawat lahan pertanian rakyat Bengkulu, lahan pertanian stasiun percobaan pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Pembentukan Populasi F1

Genotipe yang dipilih untuk membentuk persilangan dialel adalah G1, G2, G3, G4, G5, G6 dan G7, pemilihan berdasarkan pertimbangan ketahanan terhadap Begomovirus, karakter agronomik yang baik dan daya hasil yang tinggi. Persilangan dilakukan dengan *full diallel*, sehingga didapat 49 kombinasi persilangan. Benih F1 dipanen dan digunakan untuk pengujian. Benih dikecambahkan di baki plastik (volume @72 lubang), saat tanaman berumur 14 hari dipindahkan ke media penanaman atau polybag ukuran 35x40 cm yang telah diisi tanah 6 kg dan pupuk kandang 0.5 kg. Pemupukan dan pemeliharaan tanaman digunakan sesuai pedoman budidaya cabai standar.

Pengujian Populasi F1

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap 3 ulangan, ukuran petak percobaan 1,2 x 6 meter, setiap petak terdiri dari 2 baris tanaman

dengan 12 tanaman tiap baris, setiap petakan terdapat 24 tanaman, setiap genotipe dalam ulangan terdiri dari 12 tanaman.

Peubah yang Diamati

1. Tinggi tanaman (cm): diukur dari permukaan tanah sampai pucuk, diukur setelah panen pertama.
2. Tinggi dikotomus (cm): diukur dari permukaan tanah sampai percabangan utama setelah panen pertama.
3. Lebar kanopi (cm): diukur pada kanopi yang terlebar pada saat fase generatif (20 MST).
4. Lebar daun (cm): diukur dari 20 daun dewasa setelah 50 % populasi tanaman berbuah masak
5. Bobot/buah: rata-rata bobot buah dari 10 buah segar dari panen ke-2
6. Panjang buah (cm): diukur dari 10 buah segar dari panen ke-2
7. Diameter buah (cm): diameter pangkal-tengah-ujung dikur dari 10 buah segar dari panen ke-2
8. Tebal kulit buah (cm): rata-rata kulit buah dari 10 buah segar dari panen ke-2
9. Bobot buah per tanaman (g): jumlah keseluruhan bobot buah yang dipanen dari 10 tanaman contoh pada panen ke-1 hingga panen ke-10.
10. Bobot buah layak pasar (g/tanaman): hasil pengurangan bobot buah per tanaman dengan bobot buah yang tidak layak pasar

Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan pendekatan *Griffing* Metode 1. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis ragam, dilanjutkan dengan analisis dialel pendekatan *Griffing* metode 1 menggunakan fasilitas *Software SAS 9.1*. Nilai heterosis diduga berdasarkan nilai tengah kedua tetua (mid parent) dan nilai tengah tetua tertinggi (high parent) atau heterobeltiosis.

$$\text{Heterosis} = \frac{\mu_{f1} - \mu_{MP}}{\mu_{MP}} \times 100\%$$

$$\text{Heterobeltiosis} = \frac{\mu_{f1} - \mu_{HP}}{\mu_{HP}} \times 100\%$$

Keterangan:

μ_{f1} = nilai tengah turunan.

μ_{MP} = nilai tengah kedua tetua $\frac{1}{2} (P1 + P2)$.

μ_{HP} = nilai tengah tetua terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Kualitatif

Warna Bunga cabai pada populasi tetua dan hibrida ada dua yaitu putih dan putih dengan tengah ungu. Terdapat empat warna bunga pada cabai yaitu putih, putih tengah ungu, putih pinggir ungu dan ungu. Warna kelopak bunga cabai pada populasi ini hijau dan hijau muda. Semua cabai pada populasi ini mempunyai warna kepala putik putih kekuningan, sedangkan warna anther ada dua yaitu abu dan abu muda (Tabel 1)

Tabel 1. Pengamatan kualitatif pada populasi cabai hasil persilangan dialel

Tetua/ Hibrida	Warna kelopak bunga	Warna mahkota bunga	Warna kepala putik	Warna buah muda	Warna anther	Juml ah helai mah kota
1	Hijau tua	Putih	Putih ke kuningan	Hijau muda	Abu muda	6
1x2	Hijau	Putih tengah ungu	Putih kekuningan	Hijau muda	Abu- abu	5
1x3	Hijau	Putih tengah	Putih	Hijau	Abu-	5

1x4	Hijau	ungu Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu-	6
1x5	Hijau	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu-	6
1x6	Hijau	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	Hijau	abu abu	6
1x7	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	5
2	Hijau	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu	6
2x1	Hijau	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	muda Abu	6
2x3	Hijau	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	muda Abu	5
2x4	Hijau tua	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	Hijau tua	Abu-	6
2x5	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	5
2x6	Hijau	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu-	6
2x7	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	6
3	Hijau tua	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu-	6
3x1	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu	6
3x2	Hijau	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	muda Abu-	5
3x4	Hijau tua	Putih	kekuningan Putih	Hijau tua	Abu-	6
3x5	Hijau tua	Putih	kekuningan Putih	Hijau tua	Abu-	5
3x6	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu	5
3x7	Hijau	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau tua	muda Abu	6
4	Hijau muda	Putih	kekuningan Putih	Hijau	muda Abu-	6
4x1	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	5
4x2	Hijau	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	6
4x3	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	5
4x5	Hijau tua	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	6
4x6	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu-	6
4x7	Hijau muda	Putih	kekuningan Putih	Hijau	Abu	6
5	Hijau	Putih tengah ungu	kekuningan Putih	muda Hijau	muda Abu	6
5x1	Hijau tua	Putih	kekuningan Putih	Hijau	muda Abu-	6
5x2	Hijau tua	Putih tengah	Putih	muda Hijau	Abu-	5

5x3	Hijau tua	ungu Putih	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu-	5
5x4	Hijau muda	Putih	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu-	5
5x6	Hijau	Putih tengah	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu-	6
5x7	Hijau	ungu Putih tengah	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu-	5
6	Hijau	ungu Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu-	5
6x1	Hijau	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	Abu Abu-	6
6x2	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	muda Abu	5
6x3	Hijau	Putih	kekuningan Putih	Hijau	muda Abu-	6
6x4	Hijau muda	Putih	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu	5
6x5	Hijau	Putih tengah	kekuningan Putih	Hijau	muda Abu-	6
6x7	Hijau	ungu Putih	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu-	6
7	Hijau muda	Putih	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu	6
7x1	Hijau	Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	muda Abu-	5
7x2	Hijau muda	Putih tengah	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu-	5
7x3	Hijau	ungu Putih	kekuningan Putih	muda Hijau	abu Abu	5
7x4	Hijau muda	Putih tengah	kekuningan Putih	Hijau	muda Abu	5
7x5	Hijau	ungu Putih tengah	kekuningan Putih	muda Hijau tua	muda Abu-	5
7x6	Hijau muda	ungu Putih	kekuningan Putih	Hijau	abu Abu	5
			kekuningan	muda	muda	

Pengamatan Kuantitatif

Metode 1 Griffing

Hasil analisis ragam daya gabung menunjukkan bahwa daya gabung umum (DGU), daya gabung khusus (DGK) dan pengaruh resiprokal untuk hampir semua karakter agronomik menunjukkan berbeda nyata, kecuali daya gabung umum untuk karakter tinggi tanaman, daya gabung khusus karakter jumlah buah dan dan bobot buah per tanaman dan untuk efek resiprok hanya karakter tinggi tanaman (Tabel 5). Hasil ini menunjukkan bahwa dari seluruh kombinasi yang diuji terdapat paling sedikit sepasang genotipe dengan nilai tengah DGU, DGK dan resiprokal yang berbeda nyata. Untuk DGU mengindikasikan terdapat tetua yang

memiliki kemampuan menggabung yang tinggi dengan tetua lainnya. Untuk DGK ini berarti terdapat kombinasi persilangan tertentu yang dapat menghasilkan hibrida yang lebih baik dari persilangan lainnya. Keragaman yang berbeda nyata baik DGU dan DGK pada semua karakter mengindikasikan adanya aksi gen aditif maupun non aditif pada karakter tersebut (Venkataramana *et al.* 2005; Mishra *et al.* 2008).

Pengaruh resiprokal yang berbeda nyata mengindikasikan terdapat pengaruh ekstrakromosomal pada karakter agronomik cabai. Pengaruh maternal juga dikemukakan oleh Owoladi *et al.* (2009) pada reaksi ketahanan genotipe cassava terhadap *Colletotricum gloesporioides* f sp *manihotis*. Pada penelitian yang lain Jumbo dan Carena (2008) mengemukakan bahwa dari seluruh sifat jagung yang diuji hanya satu sifat yaitu tinggi tongkol menunjukkan adanya pewarisan maternal.

Tetua G7 layak dipilih sebagai tetua penggabung yang baik untuk tanaman cabai karena merupakan penggabung yang baik untuk jumlah buah dan bobot buah per tanaman (Tabel 3). Tetua IPBC12 merupakan tetua yang baik untuk intensitas penyakit (Ganefianti *et al.*, 2008), tetapi merupakan penggabung yang rendah untuk peubah agronomi jumlah buah dan bobot buah, artinya persilangan dengan G4 akan menghasilkan tanaman dengan ketahanan yang tinggi. Tetua G6 salah satu tetua yang mempunyai penggabung yang baik untuk jumlah buah per tanaman, tetapi karena buah cabai ini kecil (rawit) maka bukan merupakan penggabung yang baik untuk bobot buah per tanaman. Jadi tetua G4, dan G6 dapat digunakan sebagai tetua untuk perakitan varietas tahan infeksi Begomovirus, sedangkan tetua G7 layak dipilih sebagai tetua, walaupun tidak menghasilkan ketahanan yang tinggi namun mampu menghasilkan jumlah buah dan bobot buah per tanaman yang tinggi, selanjutnya tetua G3 merupakan penggabung yang baik untuk jumlah buah per tanaman.

Tabel 2 Kuadrat tengah DGU, DGK dan resiprokal karakter agronomik

Sumber keragaman	DGU	DGK	Resiprokal
Tinggi tanaman (cm)	362.92 ^{tn}	347.34 [*]	210.16 ^{tn}
Tinggi dikotom (cm)	390.70 ^{**}	30.64 ^{**}	32.95 ^{**}
Umur berbunga pertama (his)	126.50 ^{**}	46.66 [*]	66.32 ^{**}
Diameter buah (cm)	621.04 ^{**}	1.04 ^{**}	0.84 ^{**}
Panjang buah (cm)	0.27 ^{**}	0.01 ^{**}	0.005 ^{***}

Jumlah buah	1908.13**	118.39tn	437.33**
Bobot buah (g tan ⁻¹)	1788.04**	907.24tn	4920.84**

Keterangan: (*) dan (**) berbeda nyata taraf uji 5% dan 1%, tn= tidak berbeda nyata

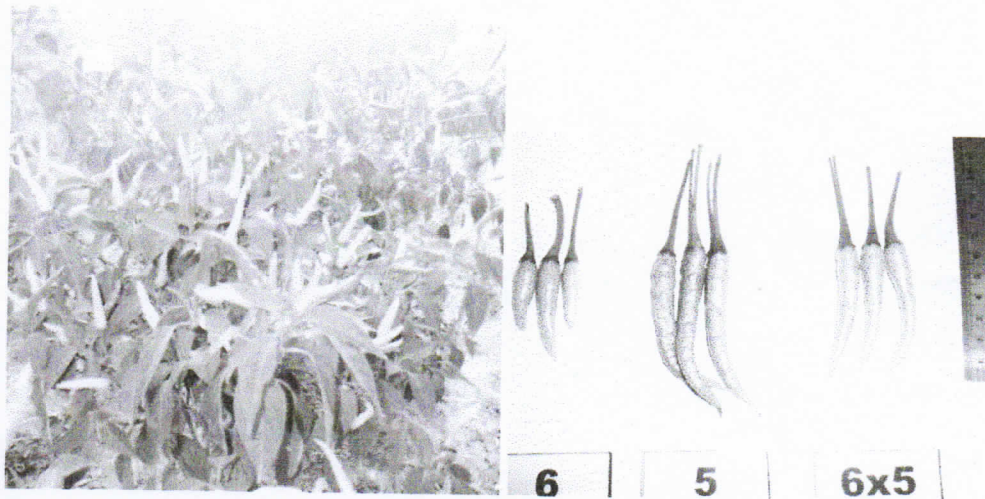
Dari hasil analisis daya gabung khusus, terdapat sepuluh kombinasi persilangan yang mempunyai jumlah/bobot buah per tanaman yang tinggi dengan karakter agronomik yang baik. Kombinasi persilangan tersebut adalah G3 x G1, G5 x G3, G7 x G3, G3 x G6, G3 x G7, G4 x G3, G1 x G7, G6 x G5, G5 x G1 dan G5 x G7.

Tabel 3 Nilai daya gabung umum karakter agronomik tanaman cabai

DGU	G6	G4	G7	G1	G2	G3	G5
TT	5.11	-5.44	0.27	-1.23	-3.49	-4.33	3.06
TDKT	4.39	7.19	-0.49	-2.78	0.88	-0.23	2.55
UBP	5.13	0.55	6.47	2.39	-0.01	1.77	2.92
PJBH	-1.87	-1.44	-0.06	-0.53	-0.09	-1.11	-0.76
DBH	-0.23	-0.18	-0.04	-0.03	-0.06	-0.05	-0.17
JHBH	13.05	-6.67	18.22	-4.22	-5.68	5.16	3.61
BBBH	-11.67	-40.91	61.68	-19.32	-17.89	24.87	26.96

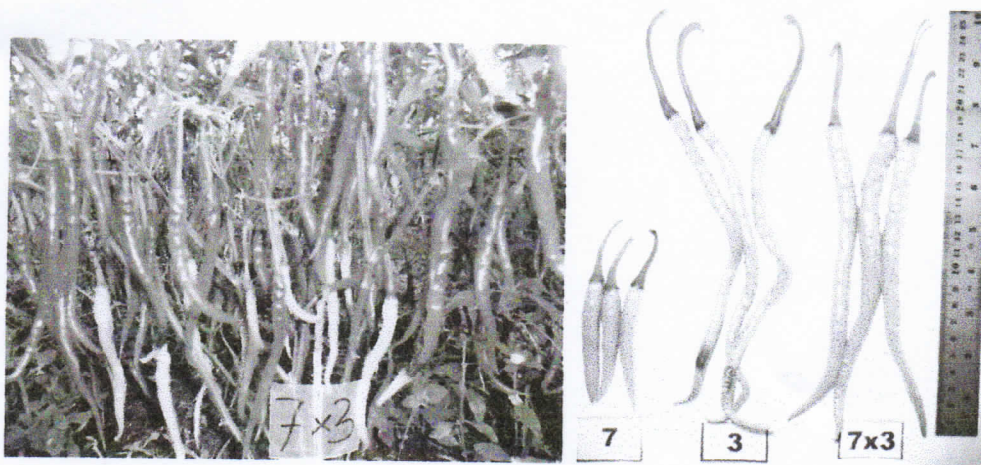
Keterangan: TT=tinggi tanaman (cm), TDKT= tinggi dikotom (cm), UBP=umur berbunga pertama (hsi), PJBH= panjang buah (cm), DBH=diameter buah (cm), JHBH=jumlah buah, BBBH= bobot buah (g tan⁻¹).

Persilangan antara tetua G7 yang mempunyai panjang buah ± 12 cm dengan G3 yang mempunyai panjang buah ± 26 cm menghasilkan tanaman cabai dengan panjang buah ± 19 cm. Penampilan panjang buah cabai ini sesuai untuk kualitas prima, yaitu di atas 16 cm. Pengujian di lapangan menunjukkan dari 36 tanaman di lapangan, hanya 7 tanaman yang menunjukkan gejala terserang virus. Hibrida ini meskipun terserang virus tetapi buah tidak mengalami kelainan bentuk. Persilangan antara tetua G6 dengan G5, mempunyai posisi tangkai buah tegak, buah yang dihasilkanpun tegak. Cabai ini mempunyai penampilan yang sangat menarik. Di lapangan tanaman cabai hibrida ini menunjukkan gejala terserang virus 10 tanaman dari 36 tanaman. Pada hibrida ini meskipun bergejala virus tetapi buah maupun daun tetap tumbuh normal dan menghasilkan buah yang berukuran sama dengan tanaman normal.

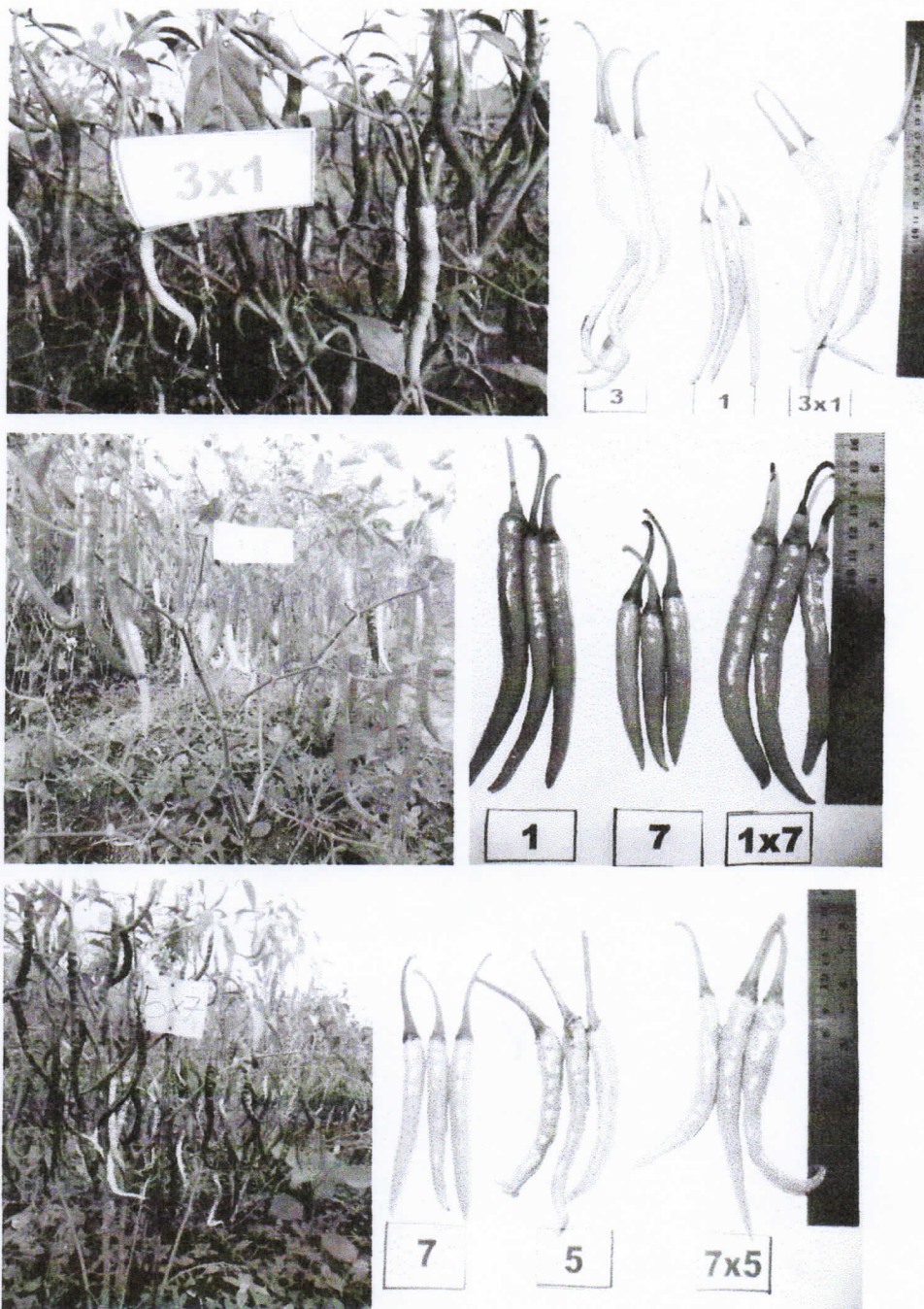


Gambar 1 Penampilan tanaman dan buah Hibrida G6 x G5

Persilangan antara tanaman yang tahan Begomovirus G4 (karakter agronomik kurang komersial) mempunyai panjang buah ± 4 cm dengan G3 (panjang buah ± 26 cm) menghasilkan cabai dengan panjang buah ± 13 cm. Penampilan hibrida ini mempunyai karakter agronomik yang baik, Pengujian di lapang menunjukkan, tanaman yang bergejala virus hanya 8 tanaaman dari total 36 tanaman.



Gambar 2. Penampilan tanaman dan buah hibrida cabai persilangan G7 x G3



Gambar 3. Penampilan Tanaman dan Buah Hibrida Cabai



Gambar 4. Penampilan Tanaman dan Buah Hibrida Cabai

SIMPULAN

Simpulan

1. Genotipe G4 dan G6 merupakan penggabung yang baik untuk ketahanan tanaman cabai terhadap Begomovirus, sedangkan penggabung yang baik untuk bobot buah per tanaman adalah G7, G3 dan G5.
2. Terdapat sepuluh kombinasi persilangan yang baik berdasarkan nilai daya gabung umum, daya gabung khusus dan heterosis, mempunyai intensitas penyakit tahan-agak rentan dengan daya hasil yang cukup tinggi yaitu adalah G3 x G1, G5 x G3, G7 x G3, G3 x G6, G3 x G7, G4 x G3, G1 x G7, G6 x G5, G5 x G1 dan G5 x G7.

SANWACANA

Terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi melalui Proyek Penelitian Kompetitif Penelitian sesuai Prioritas Nasional Stranas tahun anggaran 2011 atas biaya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaki A. 2000. *Teknik Rancang dan Analisis Penelitian Pemuliaan*. Bandung. Universitas Padjadjaran.
- de Sousa JA, Maluf WR. Diallel analysis and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq). *Scien Agricola* 60(1):105-113.
- Djarmiko HA, Kharisun, Prihatiningsih N. 2000. Potensi *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* dan zeolit terhadap penekanan layu sklerotium, peningkatan pertumbuhan dan produksi kedelai. *J Penl PERT Agrin* 4: 14-24.
- Ganefianti DW, Sujiprihati S, Hidayat SH, Syukur M. 2008. Metode penularan dan uji ketahanan genotipe cabai (*Capsicum spp.*) terhadap Begomovirus. *Akta Agros* 11(2): 162-169.
- Hayman BI. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789-809.
- Jagau Y. 1993. Analisis silang dialel untuk menentukan parameter genetic karakter agronomic yang berkaitan dengan ketenggangan terhadap salinitas

- pada padi sawah. *Tesis*. Program Pascasarjana Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Johnson LPV. 1963. Applications of the diallel cross technique to plant breeding. P.561-569. Di dalam: Hanson WD and Robinson HF, editor. *Statistical Genetics and Plant Breeding*. National Acad of. Sci-National Res. Council. Washington DC.
- Jumbo MB, Carena MJ. 2008. Combining ability, maternal dan reciprocal effects of elite maize population hybrid. *Euphytica* 162:325-333.
- Khan AS, Habib I. 2003. Gene action in five parent diallel cross of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan J Bio Scien* 6:1945-1948.
- Mishra TK, Panda RR, Bastis D, Bose LK. 2008. Combining ability analysis of quantitative traits in Rice Bean. *Eir J Food Agric* 20(2):51-56.
- Owolade OF, Dixon AGO, Akande SR, Olakojo SA. 2009. A combining ability analysis of cassava *Manihot esculenta* Crantz genotypes to Antracnose disease. *Am J App Scien* 6(1):172-178.
- Venkataramana C, Reddy KM, Sadashiva AT, Reddy MK. 2005. Combining ability estimates in virus resistant and susceptible lines of chili. *J Appl Hort* 7(2): 108-112.
- Roy D. 2000. *Plant Breeding, Analysis and Exploitation of Variation*. New Delhi.: Narosa publ house.
- Singh RK, Chaudhary BD. 1979. *Bometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Edisi Revisi. New Delhi: Kalyani Publishers. 304 hal.
- Suprpto, Kairudin NMD. 2007. Variasi genetik, heritabilitas, tindak gen dan kemajuan genetik kedelai (*Glycine max* Merrill) pada ultisol. *J Ilmi-ilmu Pert Ind* 9(2): 183-190.
- Yusnita, Sudarsono. 2004. Metode inokulasi dan reaksi ketahanan 30 genotipe kacang tanah terhadap penyakit busuk batang *Sclerotium*. *Hayati* 11 (2): 53-58.